

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut ekonomiky a systémů řízení

**ANALÝZA A SROVNÁNÍ TECHNOLOGIÍ HDD A SSD
ANALYSIS AND COMPARATION OF SSD AND HDD TECHNOLOGIES**

Bakalářská práce

Autor:

Lukáš Hansel

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Zdeněk Neustupa

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student:

Lukáš Hansel

Studijní program:

B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

6209R013 Informační a systémový management

Téma:

Analýza a srovnání technologií HDD a SSD
Analysis and Comparison of SSD and HDD Technologies

Zásady pro vypracování:

Analyzujte technologie datových úložišť - HDD a SSD a proveďte jejich srovnání v oblasti technických parametrů i v oblasti finanční. Finanční srovnání analyzujte na praktickém příkladě nasazení SSD.

Práci vytvořte podle následující osnovy:

1. Úvod
2. Popis technologií HDD a SSD, budoucí trendy
3. Srovnání technologií
4. Praktický příklad nasazení SSD technologií na Vysoké škole finanční a správní o.p.s.
5. Návrh řešení s ohledem na efektivní využití financí
6. Závěr

Doporučený rozsah práce: 35 stran

Seznam doporučené odborné literatury:

1. BROOKSHEAR, G., SMITH, D. a BRYLOW, D. Informatika. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2013. 608 s. ISBN 978-80-251-3805-2.
2. YUNJUN, G. [and others]. Web-age information management WAIM 2013 International Workshops: HardBD, MDSP, BigEM, TMSN, LQPM, BDMS, Beidahe, China, June 14-16, 2013. Proceedings: WAIM 2013 International Workshops: HARDBD, MDSP, BIGEM, TMSN, LQPM, BDMS, Beidahe, China, June 14-16, 2013. Proceedings. 1st edition. Berlin: Springer, 2013, 420 pages ISBN 978-364-2395-277.
3. Evoluce pevných disků – nejen testy 66 HDD od roku 1990 do současnosti. In: ExtraHardware.cz [online]. 3.3.2014 [cit. 2014-10-14]. Dostupné z: <<http://www.cnews.cz/testy/evoluce-pevnych-disku-nejen-testy-66-hdd-od-roku-1990-do-soucasnosti>>
4. SSDNow Consumer: SSDNow V300 Drive. In: Kingston Technology [online]. [cit. 2014-10-24]. Dostupné z <<http://www.kingston.com/en/ssd/v#sv300s3>>.

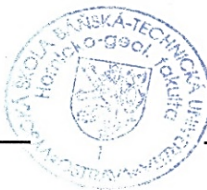
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr.Ing. Zdeněk Neustupa**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015

doc. Ing. Šárka Vilamová, Ph.D.
vedoucí institutu

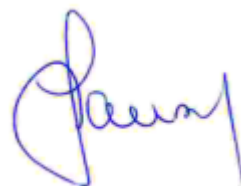


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářské práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 29. 4. 2015



Lukáš Hansel

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Dr. Ing. Zdeňkovi Neustupovi za jeho rady, čas, věcné připomínky o ochotu, kterou projevoval během konzultací.

Dále bych poděkoval mé rodině za její toleranci a podporu v době studia a psaní bakalářské práce. Jsem si vědom, že bez jejich podpory, bych nemohl věnovat dostatek času a úsilí k jejímu zpracování.

Anotace

Jedním z faktorů, který limituje efektivní činnost počítačové jednotky, je výkonnost její klíčové součásti – pevného disku (hardwaru). Proto se výzkum v oblasti informačních technologií soustřeďuje na problematiku kapacity, rychlosti a aplikovatelnosti právě těchto komponentů výpočetní techniky. Je zajímavé, že výzkumná činnost v této oblasti přinesla dvě zcela odlišná technologická řešení. Jedním z nich je systém HDD, založený na principu pohyblivých mechanických částí, druhý - označovaný SSD - umožňuje ukládání, interpretaci a další aktivity s daty pomocí elektronických obvodů.

Cílem této bakalářské práce je analýza a komparace technologií HDD a SSD datových úložišť jak v oblasti technických a finančních parametrů, tak i z možností aplikace. Autor však nezůstává u pouhé deskripce zjištěného stavu, ale zároveň navrhuje v konkrétně vybraném prostředí řešení, která by měla vést ke zvýšení efektivnosti využití IT jak pro studenty, tak i pedagogickou a správní činnost střediska.

Klíčová slova: Pevný disk, HDD, SSD, Studijní středisko Vysoké školy finanční a správní o.p.s, SLC, MLC, TLC, eMLC, Trim, NOR, NAND, 3D V-NAND, Flash disk, Flash paměť, buňka, OS, HW, SATA konektor, PC, USB, KingStone, Western Digital Technologies, FAT, NTFS, IOPS, logické hradlo, střední doba mezi poruchami (MTBF), komparace

Summary

One of factors that limit the effective operation of the computer unit is the efficiency of its key components – the hard disk drive (hardware). Therefore, research in information technology is focused on the issue of capacity, speed and applicability of these very computer components. It is interesting that research activity in this area has brought two completely different technological solutions. One of them is the HDD system based on the principle of moving mechanical parts, the second - called SSD - allows storage, interpretation and other activities with data using electronic circuits.

The aim of this bachelor thesis is to analyze and compare technologies of HDD and SSD storage both in technical and financial parameters as well as application possibilities. However, the author does not stop at mere description of the condition, but also suggests solutions in specific environment that should lead to an increase in the efficiency of utilization of IT for both students and teaching and administrative activities of the study centre.

Key words: Hard disk drive, HDD, SSD, Study Centre of the University of Finance and Administration o.p.s, SLC, MLC, TLC, eMLC, Trim, NOR, NAND, 3D V-NAND, Flash disc, Flash memory, cell, OS, HW, SATA connector, PC, USB, KingStone, Western Digital Technologies, FAT, NTFS, IOPS, logic gate, Mean Time Between Failure (MTBF), comparison

OBSAH

1.	Úvod.....	1
2.	Popis technologií HDD a SSD, budoucí trendy.....	3
2.1	HDD	4
2.1.1	Stopy	5
2.1.2	Sektory	6
2.1.3	Cylindry	6
2.1.4	Cluster.....	6
2.1.5	Kapacita	7
2.1.6	Cena	8
2.1.7	Záchrana dat z poškozeného HDD	9
2.1.8	Možné hrozby poškození HDD	9
2.2	SSD	10
2.2.1	Čip s technologií NOR.....	11
2.2.2	Čip s technologií NAND.....	12
2.2.3	Příkaz TRIM	15
2.2.4	Kapacita	15
2.2.5	Cena	15
2.2.6	Nejčastější příčiny poruch SSD	16
2.2.7	Nejčastější poruchy SSD	16
2.3	Budoucí trendy	16
2.3.1	NAND s technologií 3D V-NAND.....	17
3.	Srovnání technologií	18
3.1	Operační systém testované sady.....	18
3.2	Popis testované PC jednotky	19
3.3	Způsob měření rychlosti pevných disků	20
3.3.1	HD Tune Pro 4.60	21
3.3.2	Roadkil's disk speed version 2.0	24
3.3.3	DiskBench.....	25
3.3.4	Windows boot time utility	26
3.4	Cena porovnávaných disků	27
4.	Praktický příklad nasazení SSD technologií na Vysoké škole finanční a správní o.p.s.	28

4.1	Představení společnosti VŠFS.....	28
4.2	Studijní středisko Most	30
4.3	O nasazení SSD	31
4.4	Vyhodnocení uplynulých let	32
5.	Návrh řešení s ohledem na efektivní využití financí	33
5.1	Instalace pomocí DVD mechaniky	33
5.1.1	Postup instalace.....	33
5.1.2	Výsledky instalace z DVD mechanik	34
5.2	Instalace SW pomocí Flash disku v USB 3.0 portu	34
5.2.1	Výsledky instalace z USB 3.0 Flash disku	35
5.3	Časové zhodnocení technologií při instalaci OS.....	35
6.	Závěr	36
Seznam použité literatury		
Seznam obrázků		
Seznam tabulek		
Seznam použitých internetových zdrojů		

Seznam zkratek

České zkratky

kB	Kilobajt /v informatice představuje velikost 1000 Byte/
MB	Megabajt /v informatice představuje velikost 1 000 000 Byte/
OS	Operační software
TB	Terabajt /jednotka informací o velikosti 1 000 000 MB/

Cizojazyčné zkratky

ATA	Advanced Technology Attachment
ATA/IDE	Advanced Technology Attachment/ Integrated Drive Electronics
eMLC	Enterprise multi Level Cell
FAT	File Allocation Table
HDD	Hard Disk Drive
IBM	International Business Machines Corporation
IEDM	International Electron Devices Meeting
IEEE	World's professional association for the advancement of technology
IOPS	Input/Output Operations Per Second
MLC	Multi-level cell
MTBF	Mean Time Between Failure
NAND	Negated AND or NOT AND
NOR	Negated OR
PCI	Peripheral Component Interconnect PCI Express
RPM	Revolutions per minute
SAS	Serial Attached SCSI
SATA	Serial Advanced Technology Attachment
SCSI	Small Computer System Interface
SLC	Single Level Cell
SPD	Serial Presence Detect
SSD	Solid State Drive
TLC	Triple Level Cell
USB	Universal Serial Bus

1. ÚVOD

Více než půl století jsme svědky masivního rozvoje informačních technologií, které ovlivnily vývoj lidské společnosti prakticky ve všech oblastech. První harddisky se objevily na trhu v padesátých letech minulého století a vlastní počítače, s dnes již směšnou kapacitou a výkonem, zaujímaly prostor středně velkých místností. Domnívám se, že tehdejší průkopníci nově tvořícího se oboru neměli ani tušení, jakou revoluci nejen v technologické oblasti lidstvo během dalších let čeká. Počítače na jedné straně zmenšují své rozměry a o to více narůstá jejich výkonnost. Jedním z předpokladů tohoto rozvoje je zdokonalování „srdce“ tohoto hardwarového prostředku, tedy pevného disku. Zatímco jeho první verze (označované jako HDD) jsou založeny na principu pohyblivých mechanických částí, jeho technickým následovníkem je disk označovaný SSD, který umožňuje ukládání, interpretaci a další aktivity s daty pomocí elektronických obvodů.

Téma geneze technologií určujících formu, technické parametry a následnou aplikaci pevných disků je nejen zajímavé, ale stále velmi aktuální. Žijeme v přelomové době, kdy ve značném rozsahu jsou nahrazovány téměř na všech pracovištích i v osobních počítačích HDD technologie novými komponenty SSD. Dnes to není záležitostí nejen výkonu, ale též úspory energií a samozřejmě silně zasahuje i komerční oblast. Volba tohoto tématu pro bakalářskou práci byla ovlivněna nejen jeho atraktivností, ale též mým profesním zařazením ve vysokoškolském zařízení.

Vzhledem k obrovské dynamice rozvoje této oblasti je určitým problémem zachytit tyto trendy v odborných monografiích tištěného rázu. Proto je zřejmé, že pozornost bude v této bakalářské práci výrazně zaměřena na elektronické zdroje informací. Přesto lze zmínit publikace některých autorů, mezi které patří např. J. G. Brookshear, G. Yunjun, T. D. Smith a další. Specifikace těchto (a dalších) informačních zdrojů je součástí poznámkového aparátu pod čarou a kapitoly Seznam použité literatury.

Cílem bakalářské práce je analýza a komparace technologií HDD a SSD datových úložišť, jak v oblasti technických a finančních parametrů, tak i z možností aplikace. Na základě těchto zjištění budou navrženy případné optimalizace využití úložných technologií v konkrétní lokalizaci (byla vybrána Vysoká škola finanční a správní).

Ve fázi získávání dat pro tuto bakalářskou práci je dominantní metodou již zmíněná analýza dostupných informačních zdrojů, ať již tištěných či elektronických.

V další fázi tvorby závěrečné práce jsou aplikovány metody deskripční (popisující stávající situaci), komparativní a analytické. Při formulování závěrů je výraznou oporou metoda dedukce.

Textová část práce zahrnuje tyto kapitoly:

Popis technologií HDD a SSD, budoucí trendy – zde jsou zahrnuty technologické parametry jednotlivých typů uložišť, vycházející ze stručného historického exkurzu a nastiňující předpokládané budoucí trendy;

Srovnání technologií - druhá kapitola přináší komparaci systémů HDD a SSD především z pohledu výkonosti a možností aplikace;

Cenový vývoj – tato část ukazuje vývoj v cenové oblasti i v souvislosti s ostatními parametry (úspory energií apod.);

Praktický příklad nasazení SSD technologií na Vysoké škole finanční a správní o.p.s. – kapitola navazuje na předchozí obecné informace a je vyhodnocením implementace těchto technologií na pracovištích Vysoké školy finanční a správní;

Návrh řešení s ohledem na efektivní využití financí – na základě provedené analýzy jsou vypracované návrhy zvýšení efektivnosti nasazení nových technologií zejména z ekonomického hlediska.

Závěr – závěrečná kapitola prezentuje shrnutí výsledků bakalářské práce a vyhodnocuje stupeň splnění stanoveného cíle.

2. POPIS TECHNOLOGIÍ HDD A SSD, BUDOUCÍ TRENDY

V této části se budu věnovat bližšímu popisu obou technologií. Bude zde popsán způsob ukládání a čtení dat z hardwarových prostředků typu SSD a HDD. Obě porovnávané technologie je možno připojit k hardwaru PC pomocí konektorů:

*Tabulka 1: Porovnání přenosových rychlostí konektorů dostupná z
<http://www.plodik.cz/Skola/nm/interfaces.html>*

	Maximální přenosová rychlost
ATA/IDE	133 MB/s
SATA I.	150 MB/s
SCSI	320 MB/s
SATA II.	300 MB/s
SATA III.	6 GB/s
PCI Express 3.0 x16 (jednosměrná propustnost)	16 GB/s
SAS	12 GB/s

SAS (Serial Attached SCSI) rozhraní, které přebírá ovládací protokol rozhraní SCSI. Představuje propojení komponent rozhraním „point to point“. Řadič je s každým jednotlivým zařízením propojen samostatným kabelem, což je považováno za výhodu, jelikož při poškození jednoho přípojného kabelu nejsou ohroženy další komponenty. SAS podporuje připojení až 128 zařízení. Rozhraní SAS první generace podporovalo přenosovou rychlost až 3 GB/s. V listopadu 2014 předvedla společnost HGST SSD Ultrastar 1000 MR s 12 GB/s SAS rozhraním¹. Jeho primární využití je především v serverových polích.

¹ Ultrastar SSD1000MR: Quick Facts. In: HGST.com: Western Digital Company [online]. 2014. vyd. listopad 2014 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: <http://www.hgst.com/solid-state-storage/enterprise-ssd/sas-ssd/ultrastar-ssd1000mr>

2.1 HDD

Neboli pevný disk z anglicky převzatého slova Hard Disk Drive. První harddisk vyvinula společnost IBM 4. září 1956 a nesl označení IBM 350 RAMAC a byl součástí počítačového systému RAMAC 305 (Random Access Method of Accounting and Control)² určený pro účetní systém. Byl tvořen 50 oboustrannými hliníkovými plotnami o průměru 61cm, které obsahovaly 50 000 sektorů, z nichž každý obsahoval 100 alfanumerických znaků. Tehdejší rychlost disku byla 1200 otáček za minutu. Kapacita úložné technologie představovala 5 MB³. Váha byla více než tisíc kilogramů a cena 11 364⁴ dolarů za 1 MB úložné kapacity. Rozměr tehdejšího obalu, ve kterém byly disky uloženy, byl 152,4 cm šířka, 172,72 cm výška a 73,65 cm hloubka⁵.



Obrázek 1: Přeprava disku IBM 350 RAMAC dostupný z <http://mottin.info/blog/tag/hd/>

² IBM 350 disk storage unit: IBM 350. In: IBM Archive: Storage details [online]. [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_350.html

³ IBM Archive: 1956. In: IBM Archive: Storage details [online]. [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://www-03.ibm.com/ibm/history/history/year_1956.html

⁴ VLASK. Evoluce pevných disků – nejen testy 66 HDD od roku 1990 do současnosti: Historie pevných disků. In: ExtraHardware.cz [online]. 3.3.2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.cnews.cz/testy/evoluce-pevných-disků-nejen-testy-66-hdd-od-roku-1990-do-současnosti>

⁵ IBM 350 disk storage unit: IBM 350. In: IBM Archive: Storage details [online]. [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_350.html

HDD je počítačová komponenta sloužící k zápisu a čtení uložených dat pomocí zapisovací hlavičky. Zápis/čtení dat na něj uložených probíhá pomocí magnetické indukce. Předchůdcem pevných disků byla magnetická páska nebo disketa. Po aplikaci zápisu informací na disk není zapotřebí další energie, aby se data uchovala. Jeho tělo obsahuje pohyblivé (mechanické) součástky, které mají vliv na spotřebu elektrické energie. Součástí pevného disku jsou diskové plotny, vyrobené buď ze skleněné desky, nebo z kovu. Na tyto plotny jsou data zapisována pomocí čtecí a zapisovací hlavy. Elektromotory pohánějí samotné disky a roztáčí je tak na požadovanou rychlost, která je uváděná v otáčkách za minutu – tzv. RPM⁶ (Revolutions Per Minute) a v neposlední řadě tělo HDD obsahuje rameno hlavy, které způsobuje vychýlení čtecí/zapisovací hlavy.



Obrázek 2: Skladba HDD dostupný z <http://slideplayer.cz/slide/2283181/>

2.1.1 Stopy

Disk je složen z několika tisíců stop. Stopa je tvořena jednou z mnoha sousedních kružnic. Tyto stopy jsou číslovány od vnější části 0 k vnitřní části s vyššími čísly. Zmíněná

⁶Hard disk drive. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive

stopa 0 obsahuje tabulku FAT⁷ s informacemi o obsazení disku v souborovém systému. FAT je souborový systém a je podporován všemi operačními systémy. V dnešní době je známo několik různých typů souborových FAT tabulek (FAT32, exFAT....).

2.1.2 Sektory

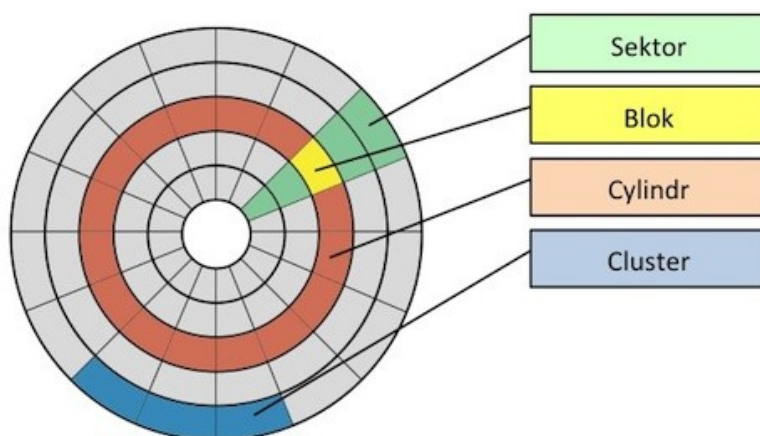
Každá stopa je rozdělena na sektor, ten představuje nejmenší adresovatelnou jednotku disku. Jeho délka je pevná a v dnešní době činí 4 KB na jeden sektor a to z praktického důvodu – nárůst rychlosti v přístupu k datům a z důvodu možnosti ukládání většího množství dat.

2.1.3 Cylindry

Jsou důležitou součástí a jejich rozdělení je velmi důležité, především proto, aby se využití hlav na pevném disku využívalo rovnoměrně a disk tím pádem disponoval nejvyšším možným výkonem. Disk se při zapisování dat neplní po plotnách, ale po cylindrech.

2.1.4 Cluster

Je někdy nazýván jako alokační blok nebo jednotka. Jde o logickou jednotku, do které se ukládají soubory a adresáře v souborovém systému. Pomocí clusterů se zvyšuje rychlost a efektivita přenosu dat a snižuje se fragmentace⁸.



Obrázek 3: Organizace sektorů, bloků, cylindrů a clusterů na HDD dostupný z <http://www.gjszlin.cz/ivt/esf/ostatni-sin/hardware-2.php>

⁷FAT - Alokační tabulka souborů

⁸Představuje v informatice způsob ukládání dat v souvislé podobě

ATA (IDE) - Na toto rozhraní lze připojit dvě zařízení (pevný disk, optickou mechaniku). Je však nutné je nastavit tak, aby jedno bylo připojeno jako "master" a druhé "slave". Toto nastavení se provádí pomocí propojek (jumperů).

SATA - Zde se neprovádí rozlišování na "master" a "slave". Každé zařízení (pevný disk, optická mechanika) se připojuje samostatným kabelem k základní desce.

2.1.5 Kapacita

Kapacita u disků s označením HDD prudce vzrůstala od roku 1956, kdy první disk disponoval kapacitou 5 MB až do současnosti, kdy je velikost úložné technologie stanovena na 6 TB. Největším rozmachem kapacity se představila společnost Seagate, která vyvinula disky ke konci roku 2014 s kapacitou 6 TB.

Kapacita systému diskového úložiště závisí na počtu použitých ploten a na hustotě, se kterou jsou na disku rozmístěny stopy a sektory. Systémy s menší kapacitou mohou obsahovat pouze jedinou plotnu. Diskové systémy s vysokou kapacitou, které dokáží uchovávat mnoho gigabajtů nebo dokonce terabajtů, se obvykle skládají ze tří až šesti ploten nasazených na společné hřídeli. Data lze navíc ukládat na horním i dolním povrchu každé plotny.

Pro hodnocení výkonu diskových systémů se používá několik parametrů: **(1) doba vyhledávání** (seek time – čas potřebný k přesunu čtecích a zapisovacích hlav z jedné stopy na další); **(2) rotační zpoždění** (rotation delay) neboli doba latence (latency time – polovina času, který disk potřebuje k úplnému otočení, tj. průměrná doba, za kterou se požadovaný datový záznam otočí pod čtecí a zapisovací hlavy poté, co je hlava umístěna nad příslušnou stopu); **(3) přístupová doba** (access time – součet doby vyhledávání a rotačního zpoždění); **(4) přenosová rychlost** (transfer rate – rychlost, s jakou lze data přenášet na disk a z disku).

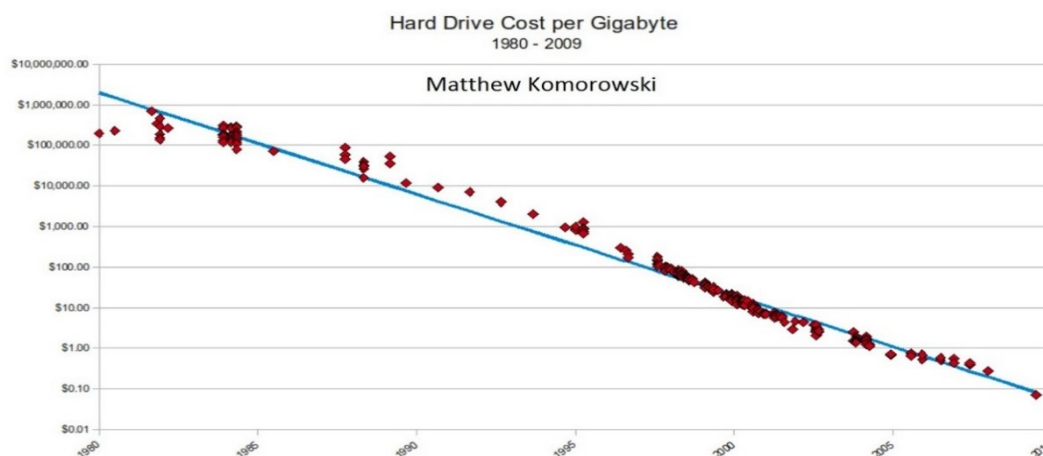
Přístupová a přenosová rychlost závisí na rychlosti, kterou se diskový systém otáčí. Aby bylo možné zvýšit rychlost rotace, nedotýkají se čtecí a zapisovací hlavy těchto systémů disku, ale místo toho se „vznášejí“ těsně nad jeho povrchem. Mezera je tak úzká, že se mezi hlavu a povrch disku může zaklínit dokonce i jediná částice prachu, která dokáže zničit jak hlavu, tak i povrch s daty (tento jev se označuje jako havárie hlavy). Diskové systémy jsou proto obvykle již z výroby uzavřeny v neprodyšných pouzdrech. Díky této konstrukci mohou diskové systémy rotovat rychlostí několika tisíc otáček za minutu a dosáhnout přenosových rychlostí, které se měří v MB za sekundu.

Části diskových systémů se při své činnosti musí fyzicky pohybovat. Tyto systémy se proto nemohou vyrovnat rychlostem elektronických obvodů. Doba zpoždění v elektronických obvodech se měří v nanosekundách (miliardtinách sekundy), zatímco doba vyhledávání, doba latence a přístupová doba diskových systémů se pohybuje v milisekundách (tisícinách sekundy). Z hlediska elektronického obvodu, který čeká na výsledek, tedy může čas potřebný k načtení informací z diskového systému vypadat jako celá věčnost⁹.

2.1.6 Cena

Cena za 1 bit úložné technologie prudce klesala až s nástupem zvýšením kapacity a nárůstem specializovaných firem, které je produkovaly. Na počátku vzniku prvního HDD byla cena za MB 10.000 dolarů¹⁰, v roce 1985 se již 1 MB úložného místa pohyboval na 71 dolarech a v další dekádě – respektive v roce 2013 byla cena stanovena na 6,33 centů za 1 GB. Již zmiňovaná kapacita 6 TB 3,5 palcového pevného disku od společnosti Seagate se cenově pohybuje na hladině 12 869 Kč¹¹ s DPH.

Cena za 1 GB úložné technologie HDD vychází na 2,14 Kč.



Obrázek 4: HDD Cenový vývoj vs. kapacitní vývoj od roku 1980 do 2009 dostupný z <http://ns1758.ca/winch/cost-hard-drives-komorowski.jpg>

⁹ BROOKSHEAR, J, David T SMITH a Dennis BRYLOW. Informatika. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2013, 608 s. ISBN 978-80-251-3805-2.

¹⁰ SMITH, Ivan. Cost of Hard Drive Storage Space. In: Nova Scotia's Electric Gleaner: Specializing in on-line information about Nova Scotia [online]. 3.3.2008, 19.8.2013 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://ns1758.ca/winch/winchest.html>

¹¹ Alza: HDD pro provoz 24x7 (vhodné pro RAID). In: Alza.cz [online]. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/pevne-disky/3-5-hdd/24x7-se-zvysenou-spolehlivosti-vhodne-pro-raid/18849732.htm#f&pg=1&po=1&par278=8--8>

2.1.7 Záchrana dat z poškozeného HDD

Při selhání činnosti disku přichází uživatel o data, kterých si cení a jsou pro něj důležitá. Případnou ztrátu dat lze eliminovat zálohami. V dnešní době existuje bezpočetné množství softwarových prostředků, které toto umožňují. Na profesionální záchranu dat z disků se v dnešní době specializuje velké množství firem. Tyto společnosti si své know-how velmi oceňují a chrání.

2.1.8 Možné hrozby poškození HDD

Mezi nejčastěji objevující se poškození HDD patří:

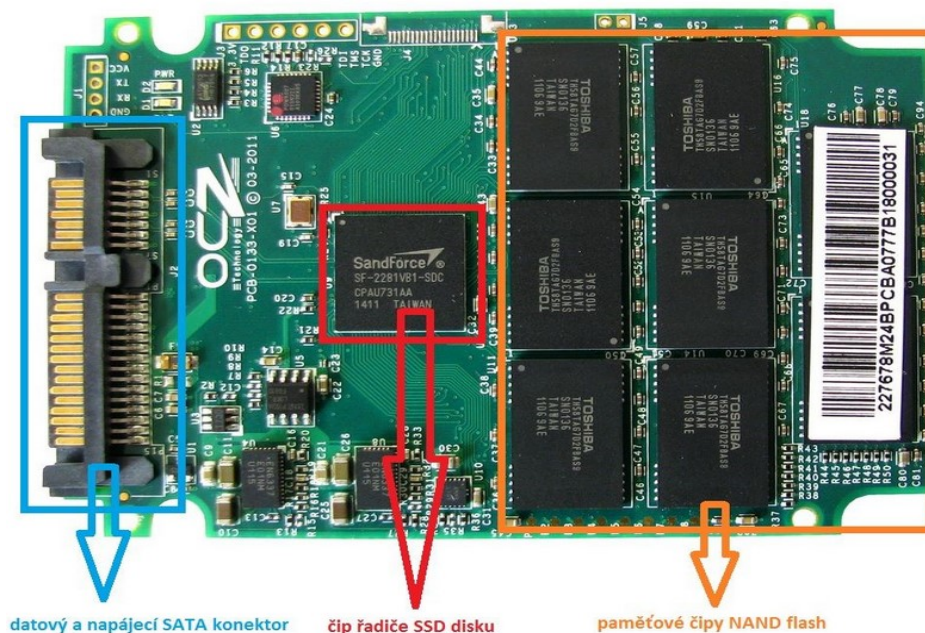
- Elektrické přepětí - způsobující nečinnost pohyblivých částí se projevuje absolutní nečinností pohyblivých částí disku;
- Poškození hlavy disku - kdy je HDD elektricky aktivní, ale po takřka periodických cyklech je slyšet slabé cvakání, při kterém se opakovaně roztáčí a zastavuje;
- Chyby na spouštěcích sektorech disku - se projevují tím, že OS správně nabootuje až po několika restartech;
- Motor nebo zadřené ložisko disku - při kolísání rychlosti otáček disku a nedetekováním HW v BIOSu;
- Povrch plotny - charakterizován jako silný bzučivý zvuk, HDD zde opět není detekován v BIOSu. Čtecí a zápisová hlava je v tomto případě zaparkovaná na plotně disku;
- Vadné sektory – patří mezi nejčastější poškození disku, tato závada se projevuje především na stáří HW komponenty. Do takto poškozeného sektoru není možné zapisovat a číst data.

2.2 SSD

SSD (neboli Solid-State Drive) představuje v informatice nový typ datového úložiště. Je to hardware určený nejen pro notebooky, ale i pro osobní počítače (PC). Zjednodušeně se dá říci, že představuje elektronický disk využívající paměťové obvody. Nedisponuje mechanickými částmi a zápis probíhá pomocí používání datových bloků, na které se data ukládají. Čipy, které používají SSD technologie, jsou nevolativní – což znamená, že data zůstanou uložena bez nutnosti dalšího napájení elektrickou energií.

Způsob ukládání a mazání dat je zajištěno pomocí logických hradel, což jsou logické členy, které realizují základní logické funkce jako je například logický součet, součin, negace. Logická hradla jsou základním stavebním prvkem logických obvodů. Zapojením logických prvků můžeme sestavit složitější i logické obvody. Mezi kombinační logické obvody řadíme například dekodér, sčítačku a jiné. Naopak pomocí sekvenčních logických obvodů lze sestavit klopný obvod, posuvný registr nebo čítač.

SSD ukládá data na principu elektrického náboje. Izolační vrstva, kterou musí elektrony procházet během zápisu a mazání obsahu buňky, se při každé takovéto operaci značně opotřebovává a tím se zkracuje životnost buněk samotných.



Obrázek 5: Popis jednotlivých částí SSD dostupný z:
http://pctuning.tyden.cz/ilustrace3/hort/zajimavosti_ssd/ssd_vnitrek_popis.jpg

2.2.1 Čip s technologií NOR

První zmínka o SSD hardware vznikla již v 80. letech minulého století v laboratořích firmy Toshiba. Dr. Masuoka představil své dílo na IEEE mezinárodní konferenci elektronových zařízení (IEDM) v San Franciscu roku 1984. Nicméně na vážnosti získala SSD periférie až s příchodem nových technologií jako USB, PCI Express aj...

Významným skokem přispěla k rozmachu flashových čipů typu NOR společnost Intel, která jej v roce 1988 uvedla jako první komerční hardware tohoto typu.

Technologie NOR je méně energeticky náročná a umožňuje provést větší počet cyklů zápisu a mazání dat. Flash paměť nepoužívá obvody pro mazání každého bitu, protože rozděluje dostupnou paměť do bloků, které je schopna mazat najednou. Tím pádem se zrychlila operace výmazu dat, ale vše na úkor možnosti adresace jednotlivých bytů pro zápis. Pro zápis neúplných bloků je nutné provést nedokonalou operaci, která v praxi vypadá – načíst blok > vymazat blok > zapsat tento blok.

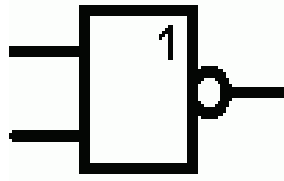
Tato technologie je dodnes využívána jako nosič BIOSu nebo u zařízení, které pracuje pomocí programového vybavení – firmwaru. Životnost u tohoto typu paměti je 100 000 mazacích cyklů na blok¹².

Použitím logické funkce $Y = \overline{A + B}$ získáme pravdivostní tabulku:

Tabulka 2: Pravdivostní tabulka logické funkce NOR - negovaný logický součet (vlastní zpracování)

<i>A</i>	<i>B</i>	$Y = \overline{A + B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

¹²Toshiba: NAND Flash Applications, Design Guide. [cit. 2014-11-11]. Dostupné z WWW: <http://139.138.48.19/pdf/NAND/Toshiba/NandDesignGuide.pdf.pdf>



Obrázek 6: Zapojení logického hradla NOR dostupný z

<http://352lab.vsb.cz/ServerFinalVer/UcebniceLPaS/text/zaklogfce/zaklogfce.htm>

Tabulka 3: Klady a zápory NOR technologií (vlastní zpracování)

<i>Přednosti</i>	<i>Zápory</i>
Náhodný přístup k datům	Pomalý zápis dat
Možnost zápisu po bytech	Pomalé mazání
	Dražší na produkci

2.2.2 Čip s technologií NAND

Čipy NAND Flash se začaly používat od roku 1987 s tehdejší kapacitou 4 MB¹³ od společnosti Toshiba. S využitím jako různé druhy paměti v elektronických zařízeních. Cena NAND Flash je nižší než u čipové technologie NOR. Disponuje rychlejším čtením a zápisem a v neposlední řadě i mazáním uložených dat, menší spotřebou elektrické energie a má vyšší kapacitu pro ukládání dat. Jejich nevýhodou je adresovatelnost pomocí jednoduché 8 bitové směrnice, proto zde není umožněn náhodný přístup k libovolným datům. Nejmenší adresovatelná jednotka je stránka a několik takových stránek je uloženo do paměťového bloku. Zápis a čtení dat je uskutečňováno po stránkách, ale mazání dat po blocích. S NAND technologií se v dnešní době setkáváme nejčastěji v USB Flash pamětech a SSD discích. Životnost zápisu a mazání dat na pamětech NAND je uváděna na 1 milion cyklů¹⁴.

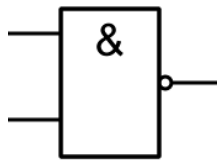
¹³Toshiba Leading Innovation: So many advances. In: Toshiba Leading Innovation: In 1987, Toshiba innovation brought us NAND Flash. [online]. [cit. 2014-11-10]. Dostupné z: <http://www.flash25.toshiba.com/>

¹⁴Toshiba: NAND Flash Applications, Design Guide. [cit. 2014-11-11]. Dostupné z WWW: <http://139.138.48.19/pdf/NAND/Toshiba/NandDesignGuide.pdf>.

Použitím logické funkce $Y = \overline{A * B}$ získáme pravdivostní tabulku:

Tabulka 4: Pravdivostní tabulka logické funkce NAND - negovaný logický součin (vlastní zpracování)

<i>A</i>	<i>B</i>	$Y = \overline{A * B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Obrázek 7: NAND Gate dostupný z

<http://352lab.vsb.cz/ServerFinalVer/UcebniceLPaS/text/zaklogfce/zaklogfce.htm>

Tabulka 5: Souhrn kladů a záporů technologie NAND (vlastní zpracování)

<i>Přednosti</i>	<i>Zápory</i>
Rychlý zápis	Pomalý náhodný přístup
Rychlé čtení	Složitý zápis po bytech
Levnější produkce	

NAND s technologií SLC (single level cell)

Paměti typu SLC jsou schopné uložit do každé paměťové buňky 1 bit informací reprezentovaný dvěma stavy: 1, kdy je buňka prázdná (vymazaná), nebo 0, když je buňka naprogramována, tedy je v ní uložena hodnota. Z hlediska logiky by bylo pochopitelnější, když by stav 0 reprezentoval prázdnou buňku a naopak stav 1 uloženou hodnotu, nicméně výrobci zvolili přesný opak. SLC je dražší, protože na stejně velkou kapacitu paměti je zapotřebí dvojnásobek paměťových buněk než u MLC. Avšak vydrží mnohem více přepisů než MLC – konkrétně se jedná o 100k přepisů. Je výrazně rychlejší a spolehlivější zejména při zápisu.

NAND s technologií MLC (multi level cell)

Naopak v buňce typu MLC se ukládají dva bity (výrobci experimentují i s více) a proto je potřeba stanovit 4 rozdílné stavy buňky: 00 (plně naprogramovaná), 01 (částečně naprogramovaná), 10 (částečně vymazaná), 11 (plně vymazaná). MLC technologie je tedy vhodná pro občasné domácí použití.

NAND s technologií TLC (triple level cell)

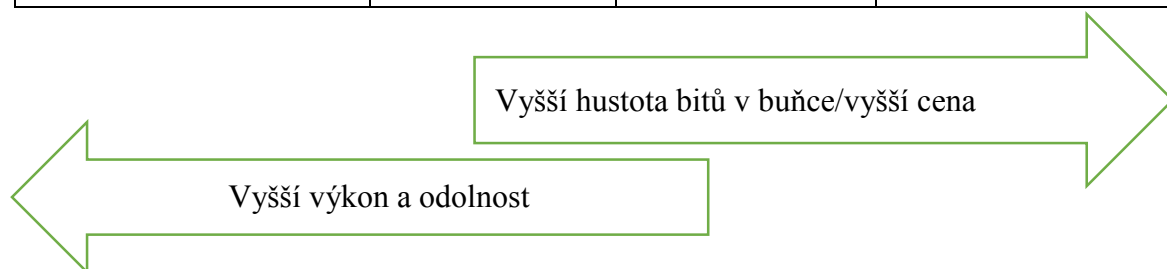
Nejlevnější varianta, buňka obsahuje 3 stavy, počet zápisů a rychlosti jsou nižší než u MLC. TLC disponuje horší životností, menším počtem přepisů než obvyklá paměť NAND typu MLC, ale na druhou stranu nižší cenou. V tabulce je zřejmé, která technologie je pro uživatele nejodolnější a která je nabízena za nejnižší cenu na trhu – ovšem na úkor počtu přepisů buněk. V tomto případě se jedná o technologii ukládání dat společností Samsung s diskem SSD 840 (250 GB).

NAND s technologií eMLC (Enterprise Multi level cell)

Enterprise Multi level cell vychází z technologie MLC, avšak disponuje vyšším počtem zápisů do buňky a tím samozřejmě i delší životností. Je určen především pro podnikové použití a odtud vede i samotný název Enterprise MLC-podnikový. EMLC čipy se tak přibližují délkou životností dražším SLC buňkám.

Tabulka 6: Porovnání technologií SLC, MLC a TLC dostupná z
<http://www.anandtech.com/show/6337/samsung-ssd-840-250gb-review/2>

	SLC	MLC	TLC
Bitů v buňce	1	2	3
Počet přepisů	100 000	3 000	1 000
Čas čtení	25 μ s	50 μ s	75 μ s
Doba výmazu dat	1,5 – 2 ms	3 ms	4,5 ms
Doba ukládání dat	200 – 300 μ s	600 - 900 μ s	900 – 1350 μ s



2.2.3 Příkaz TRIM

Jedná se o příkaz v příkazovém řádku, který vylepšuje komunikaci mezi OS a řadiči SSD. Šetří práci paměťovým diskům s identifikací volných buněk před zápisem a omezuje nebo významně oddaluje úpadek jejich výkonu. Zda disk skutečně disponuje tímto firmwarem, lze zjistit pomocí příkazu v příkazovém řádku, který je spuštěný v módu administrátora a jeho zápis vypadá takto:

C:\Windows\system32>fsutil behavior query disabledeletenotify *DisableDeleteNotify*

V případě, že příkazový řádek vypíše hodnotu 0, pak je příkaz TRIM aktivován. V opačném případě je deaktivován s vypovídající hodnotou 1.

```
C:\Windows\system32>fsutil behavior query disabledeletenotify
DisableDeleteNotify = 0
```

Obrázek 8: Příkaz TRIM (vlastní zdroj)

2.2.4 Kapacita

V polovině roku 2014 představila trhu společnost SanDisk novinku s kapacitou 4 TB SSD řady Optimus Max s velikostí těla 3,5 palce s využitím především do Enterprise systémů. Rychlost přenášení dat lze pomocí tohoto disku uskutečnit až 6 Gb/s a rozhraním SAS¹⁵. V průběhu roku 2015 by měla nastoupit od této společnosti technologie o kapacitě 8 – 10 TB¹⁶. V roce 2016 se kapacita úložných technologií přiblíží až na 16 TB¹⁷.

2.2.5 Cena

Cena SSD s nejvyšší dostupnou kapacitou 4 TB od společnosti SanDisk se ke konci roku 2014 pohybuje na závratné částce 6 160¹⁸ amerických dolarů. Při aktuálním cenovém

¹⁵ PELIKÁN, Rozhraní pevných disků: SAS. In: Fakulta informatiky Masarykovy Univerzity [online]. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan/Vyuka/PV094/Predn8/Prezent.pdf>

¹⁶ STACH, Jan "DD". SanDisk uvádí 4TB SSD disk. Příští rok slibuje 8TB - dohoni SSD v kapacitě HDD?. In: DDWorld.cz: Technology and Lifestyle [online]. 5 květen 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.ddworld.cz/aktuality/ukladani-dat-media/sandisk-uvadi-4tb-ssd-disk.-pristi-rok-slibuje-8tb-dohoni-ssd-v-kapacite-hdd-2.html>

¹⁷ JEŽEK, David. SanDisk chce 8TB SSD příští rok, 16TB v roce 2016: Hardware, Novinky, Úložiště. In: Diit.cz: Deep in IT [online]. 5. 5. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/sandisk-chce-8tb-ssd-pristi-rok-16tb-v-roce-2016>

¹⁸ Amazon: Try Prime. In: Amazon [online]. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://www.amazon.com/s/ref=sr_nr_p_n_feature_three_br_6?rh=n%3A172282%2Cn%3A541966%2Cn%3A1292110011%2Cn%3A1292116011%2Ck%3A4tb+ssd%2Cp_n_feature_keywords_two_browse-bin%3A4929543011%2Cp_n_feature_three_browse-bin%3A6797522011&keywords=4tb+ssd&ie=UTF8&qid=1415807866&rnid=6797515011

kurzu (k 12.11.2014) amerického dolaru ve výši 1 dolar za 22,136¹⁹ Kč by cena za pořízení takového disku byla 136 357,76 Kč. Cena za 1 GB by tedy byla 34,09 Kč.

2.2.6 Nejčastější příčiny poruch SSD

- elektrický zkrat, výpadky, přepětí elektrické energie v síti;
- fyzické poškození pouzdra disku, elektroniky nebo čipu;
- mechanická závada materiálu v konstrukci disku;
- odpojení disku od počítače v průběhu kopírování;
- polití disku tekutinou;
- pád zařízení do vody;
- poškození vlivem extrémního tepla nebo zimy.

2.2.7 Nejčastější poruchy SSD

- mechanické poškození řídicího čipu;
- elektronické poškození řídicího čipu;
- poškození plošného spoje;
- softwarová porucha;
- porucha v servisní oblasti SSD disku.

2.3 Budoucí trendy

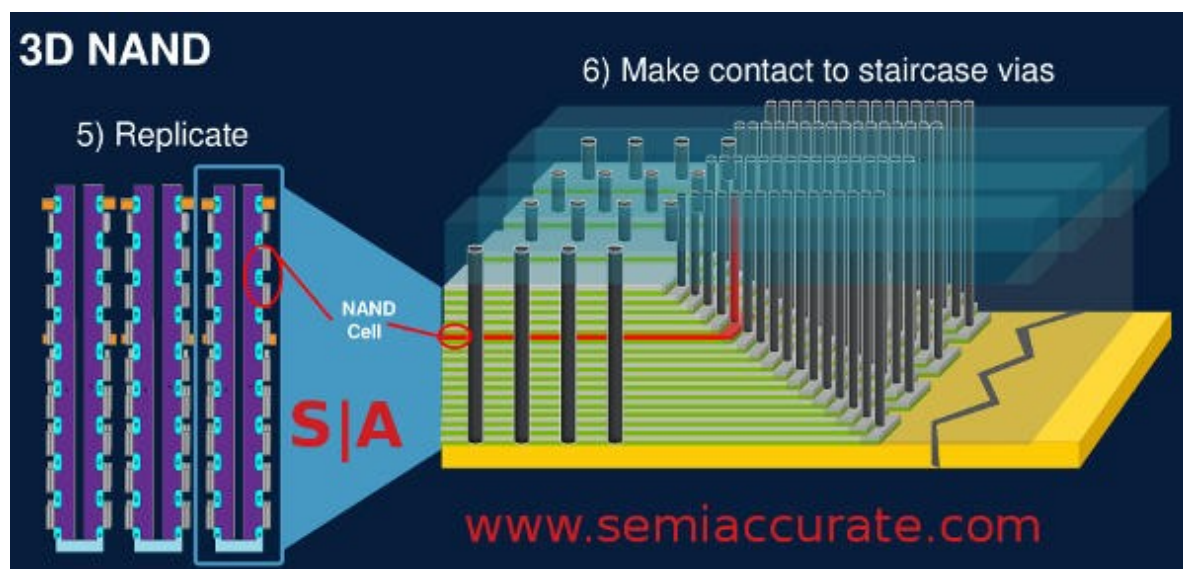
Pro možný vývoj technologie Solid State Drive hardwaru je nutné zmínit nástupce v oblasti použitých materiálů. Změna použitých materiálů je nutná především z důvodu vyššího zpracování měděných mezipojů a lepšího odizolování hradla tranzistoru, kterým „proplouvá“ nabitá částice a každým takovým průchodem se opotřebovává buňka, do které se ukládají informace. Tabulka č. 6 uvádí, kolik takových zápisů je možné u různých typů technologií čipů.

¹⁹ ČNB kurzovní lístek: Kurzovní lístek ČNB. In: Akcie.cz: AKCIE ONLINE informace pro Vaše úspěšné investice [online]. 2013. vyd. 2014, 12.11.2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.akcie.cz/kurzovni-listek/kurzy-men?gclid=CJnpYN249cECFWXnwgodF5cAAQ>

2.3.1 NAND s technologií 3D V-NAND

V revoluci těchto technologií nesmím opomenout nově nastupující čip, který nabízí dvakrát vyšší rychlost zápisu oproti běžným NAND Flash čipům s nárůstem výkonu o 20 % při snížení spotřeby o 40 %. Maximální datovou propustnost garantuje výrobce (s použitím připojení k rozhraní SATA III.) až na 6 Gb/s²⁰. Avšak vše je podmíněno výrazně vyšší cenou za pořízení. Cena za 128 GB disk s V-NAND nadstavbou se pohybuje ve 3. čtvrtletí roku 2014 ve výši 3 490 Kč s DPH²¹.

Využití této technologie je určeno především pro firmy, které se doposud vyhýbaly SSD perifériím a ukládání dat na ně z důvodu jejich omezené životnosti těchto disků je garantována výrobcem Samsung až na 10 let s kapacitou až 1 TB²².



Obrázek 9: Technologie ukládání dat na čip NAND 3D dostupný z

<http://semiaccurate.com/2013/07/16/applied-materials-talks-about-3d-nand-flash-production/>

²⁰CHACOS, Brad. Samsung reveals supercharged 850 Pro SSDs stuffed with bleeding-edge V-NAND tech: STORAGEcomponents. In: PCWorld: Work. Life. Productivity [online]. 1.7.2014 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z: <http://www.pcworld.com/article/2449508/samsung-reveals-supercharged-850-pro-ssds-stuffed-with-bleeding-edge-v-nand-tech.html>

²¹ Samsung představuje nové SSD disky s technologií 3D V-NAND: Disky 850 PRO se vyznačují vynikající odolností, výkonem, energetickou účinností a vyšší hustotou zápisu než disky s konvenční NAND architekturou. In: Samsung: Zprávy [online]. 1995-2014. 13.08.2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.samsung.com/cz/news/local/samsung-introduces-new-ssd-with-3d-technology-v-nand>

²² VÄTTÖ, Kristian. Storage Samsung SSD 850 Pro (128GB, 256GB & 1TB): Rewiev: Enter the 3D Era. In: AnandTech: Storage [online]. 1.7.2014 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z: <http://www.anandtech.com/show/8216/samsung-ssd-850-pro-128gb-256gb-1tb-review-enter-the-3d-era>

3. SROVNÁNÍ TECHNOLOGIÍ

V praktické části této bakalářské práce porovnám tyto dvě na principu ukládání a čtení dat odlišné technologie. Aby bylo porovnání těchto technologií korektní, vybral jsem dva disky, které jsou aktuálně uváděny na trhu jako upřednostňované.

Prvním diskem je 3,5“ formát HDD od společnosti Western Digital o kapacitě 4000 GB s rychlostí 7200 otáček za minutu a vyrovnávací pamětí 64 MB, s rozhraním SATA III. až 6 GB/s. Výrobce tohoto disku udává rychlost čtení 171 MB/s. Životnost je udávána výrobcem na 1 milion hodin MTBF²³. Spotřeba elektrické energie disku je 9,5W čtení/zápis a 8,1W při nečinnosti²⁴.

Jako druhý disk pro porovnání jsem vybral SSD o velikosti formátu 2,5“, kapacitě 120 GB, rychlost čtení 180 MB/s a 133 MB/s zápisu. S rozhraním SATA III. je maximální datová propustnost 6 GB/s. Životnost výrobku je 1 milion hodin při specifikaci MTBF. Spotřeba elektrické energie je udávána výrobcem 0.640W při nečinnosti/1.423W čtení/2.052W zápis²⁵.

V testech bude zahrnuta přístupová doba k čtení, spouštění operačního systému a aplikací, které jsou běžně využívány uživatelem PC. K porovnání byla použita stejná konfigurace počítače.

3.1 Operační systém testované sady

Pro oba disky technologie SSD a HDD jsem použil totožnou instalaci Windows 7 64bit. verze Enterprise, která je od běžných instalací typu Home Edition doplněna o rozšířené funkce AppLocker, DirectAccess, BitLocker a BranchCache. Pro připojení magnetického a flashového disku k základní desce počítače jsem použil propojovací konektor SATA.

²³ Střední doba mezi poruchami (MTBF - Mean Time Between Failure) bývá zjednodušeně udávána jako průměrná doba, po které dochází k výpadku. Tyto hodnoty jsou dosaženy pomocí testů zrychleného stárnutí, kde daná komponenta pracuje za zhoršených podmínek (teplo, tlak, vibrace, vlhkost, UV záření aj.). Výsledkem MTBF může být například orientační tabulka pro pevné disky, která slouží pro hrubé ohodnocení. Samozřejmě, vždy je lepší použít konkrétní hodnoty výrobce.

²⁴ Pevný disk s kapacitou pro datová centra: WD Se. In: Western Digital: Specifications [online]. 2001 - 2014 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: <http://www.wdc.com/wdproducts/library/SpecSheet/ENG/2879-771475.pdf>

²⁵ SSDNow V300: SPECIFICATIONS. In: Kingston Technology: SSDNow Consumer [online]. 2014 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: http://www.kingston.com/datasheets/sv300s3_en.pdf



Obrázek 10: Propojovací kabel SATA dostupný z <http://andinabakri.blogspot.cz/2011/09/praktikum-istalasi-n-kompjaringan-part.html>

3.2 Popis testované PC jednotky

Pro porovnání vlastností disků jsem použil PC hardware, jehož specifické vlastnosti komponent jsou popsány v tabulce č.7.

Tabulka 7: PC sestava použitá pro testování disků (vlastní zpracování)

CPU	Intel® Core	i5 4570
Mainboard	Gigabyte Technology Co. Ltd.	Model B85M-D3H
Memory	Kingstone	DDR3 - 8 GBytes
Frequency		3,20 GHz
Technologies		22nm
Cores		4
Core Speed		789,10 MHz
Core Voltage		0,719 V
Grafická karta	Intel®	HD 4600 (memory size 2112 MBytes)
Chipset	Intel®	Haswell
Southbridge	Intel®	ID8C50



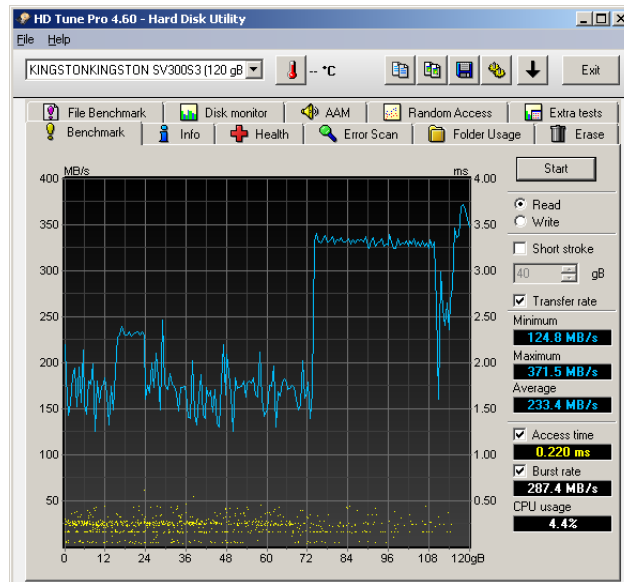
Obrázek 11: Mainboard Gigabyte Technology Co. Ltd. dostupný z:
<http://www.proshop.dk/Bundkort/GIGABYTE-GA-B85M-D3H-Haswell-2405234.html>

3.3 Způsob měření rychlosti pevných disků

Prakticky všechny programy, které pracují s daty o pevných discích využívají analytickou technologii S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology). Kromě toho poskytují řadu základních údajů potřebných k identifikaci disku. Obsahují přesný název, použitý firmware, sériové číslo, rozhraní, přenosový režim, označení diskových oddílů či podporované funkce.

3.3.1 HD Tune Pro 4.60

Pro testování rychlosti čtení a zápisu pevných disků jsem zvolil HD Tune Pro 4.60 – placený SW prostředek. Verze 4,60 Pro nabízí vylepšenou podporu měření pro SSD. Výrobce tohoto SW je EFD Software.



Obrázek 12: SW HD Tune Pro verze 4,60 (vlastní zdroj)

Test Benchmark

Rychlost přenosu dat je měřena na celém povrchu disku nebo lze spustit jen na vybrané kapacitě. Tímto testem lze měřit jak čtení, tak i zápis dat. Test rychlosti zápisu dat je možné spustit pouze na disku bez oddílu. Nejvyšší dosažená rychlost značí, jakou rychlostí (MB/s) mohou být data přenesena z rozhraní jednotky (IDE, SATA, USB....) do operačního systému. Výkon CPU specifikuje kolik času CPU (v %) systém potřebuje pro čtení dat z pevného disku.

Tabulka 8: Porovnání vlastností disků pomocí HD Tune 4.60 – výsledky z Benchmark testu (vlastní zpracování)

	HDD WD 4000GB	SSD Kingstone 120GB
Minimum (čtení) ²⁶	94,1 MB/s	124,8 MB/s
Maximum (čtení)	180,5 MB/s	371,5 MB/s
Průměrná hodnota	145,3 MB/s	233,4 MB/s
Přístupová doba	14,7 ms	0,220 ms
Nejvyšší dosažená rychlost	299,7 MB/s	287,4 MB/s
Výkon CPU	1,8%	4,4%
RPM	7200 ot./s.	0
Velikost sektoru	512 bytů	512 bytů
Způsob připojení	SATA III.	SATA III.
Skutečná kapacita	3726,0 GB	111,8 GB
File system	NTFS	NTFS
Využití OS	2%	36%
S/N	WD-WMC130278498	50026B72340614A0

Test Random Access

Test měří výkon náhodným čtením nebo zápisem operací. Množství údajů, které čte, jsou v rozmezí od 512 bajtů až 1 MB. Náhodný přístup používá formát přenosu mezi 512 bytů a 1 MB. Výsledky jsou zobrazeny ve třech různých jednotkách:

Operace za sekundu (IOPS) představuje počet dokončených čtených nebo zapsaných požadavků za sekundu (vyšší je lepší).

Průměrná přístupová doba (v milisekundách > ms) značí čas, za který je disk připravený číst nebo zapisovat data. Čím menší je soubor ke čtení či zápisu, tím rychlejší je přístupová doba.

Maximální přístupová doba potřebná k provedení samotných operací čtení nebo zápisu (nižší výsledek představuje lepší hodnocení).

²⁶ Poznámka: Hustota dat na vnějších stopách je vyšší než na vnitřních stopách. Čtení nebo zápis dat je provedeno při vyšší rychlosti, protože rychlost otáčení je konstantní.

Tabulka 9: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí 512 bytů (vlastní zpracování)

512 bytů	HDD WD 4000GB	SSD Kingstone 120GB
IOPS (operace/s)	66 IOPS	4193 IOPS
Průměrná přístupová doba	15,006 ms	0,238 ms
Maximální přístupová doba	85,897 ms	0,334 ms
Průměrná rychlost	0,033 MB/s	2,048 MB/s

Tabulka 10: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí 4 KB (vlastní zpracování)

4 KB	HDD WD 4000GB	SSD Kingstone 120GB
IOPS (operace/s)	67 IOPS	4083 IOPS
Průměrná přístupová doba	14,734 ms	0,244 ms
Maximální přístupová doba	52,068 ms	0,715 ms
Průměrná rychlost	0,265 MB/s	15,950 MB/s

Tabulka 11: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí 64 KB (vlastní zpracování)

64 KB	HDD WD 4000GB	SSD Kingstone 120GB
IOPS (operace/s)	67 IOPS	2518 IOPS
Průměrná přístupová doba	14,911 ms	0,397 ms
Maximální přístupová doba	41,266 ms	1,671 ms
Průměrná rychlost	4,191 MB/s	157,415 MB/s

Tabulka 12 Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí 1 MB (vlastní zpracování)

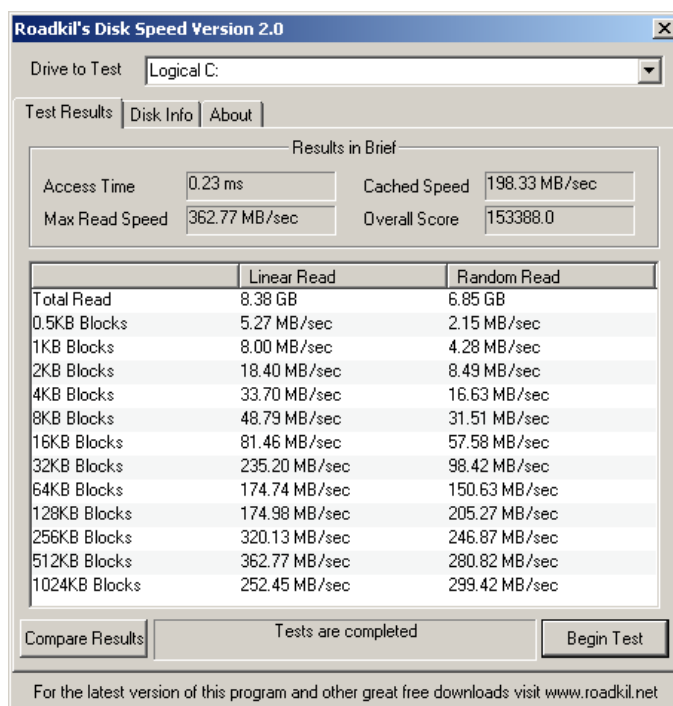
1 MB	HDD WD 4000GB	SSD Kingstone 120GB
IOPS (operace/s)	46 IOPS	304 IOPS
Průměrná přístupová doba	21,688 ms	3,283 ms
Maximální přístupová doba	36,172 ms	6,360 ms
Průměrná rychlost	46,108 MB/s	304,571 MB/s

Tabulka 13: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí náhodného velikosti přenosu (vlastní zpracování)

Náhodná velikost přenosu	HDD WD 4000GB	SSD Kingstone 120GB
IOPS (operace/s)	55 IOPS	554 IOPS
Průměrná přístupová doba	18,082 ms	1,802 ms
Maximální přístupová doba	35,910 ms	6,083 ms
Průměrná rychlost	28,060 MB/s	281,553 MB/s

3.3.2 Roadkil's disk speed version 2.0

Provede test rychlosti disku a poskytuje podrobnosti o tom, jak rychle disky mohou přenášet data. Poskytnuté informace zahrnují rychlost přenosu dat pro lineární čtení, náhodnou přenosovou rychlost čtení a přístupovou dobu disku. Testuje disk hned s více parametry. Pro lepší přehled provádí test s různou velikostí bloku dat a zároveň testuje jak lineární čtení, tak i náhodné. V přehledu poskytuje rovněž i informace o maximální dosažené rychlosti čtení a přístupové době. Aplikace je napsaná ve prospěch internetové komunity. Program je poskytován zcela zdarma, jak pro osobní nebo obchodní použití. Není nutná instalace.



Obrázek 13: SW Roadkil's disk speed version 2.0 vlastní zdroj

Tabulka 14: Porovnání rychlosti čtení HDD a SSD pomocí SW Roadkil's disk speed version 2,0 (vlastní zpracování)

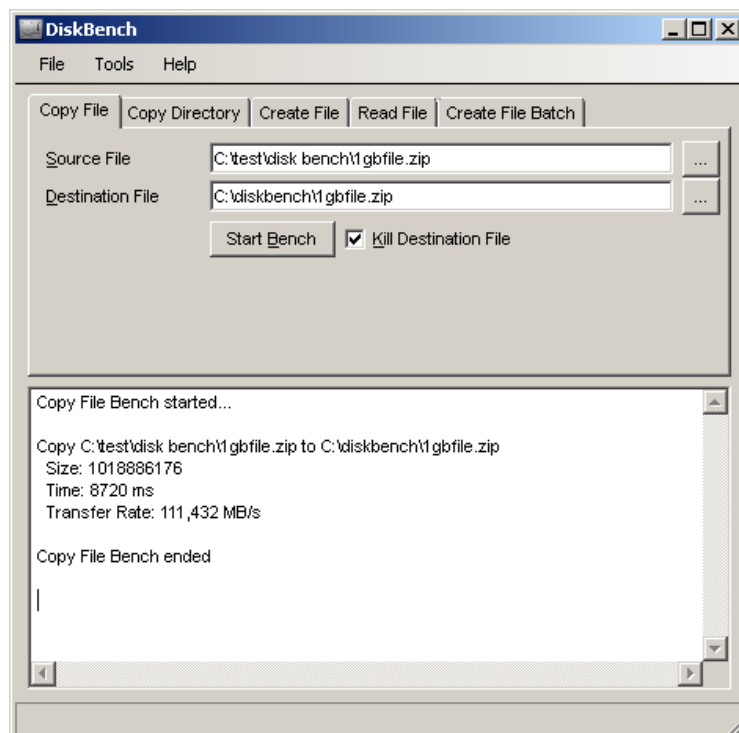
	HDD WD		SSD Kingstone	
	Linear Read	Random Read	Linear Read	Random Read
Total Read	6,47 GB	509,69 MB	8,38 GB	6,85 GB
0,5 KB Blocks	6,93 MB/s	42,88 KB/s	5,27 MB/s	2,15 MB/s
1 KB Blocks	13,76 MB/s	85,92 KB/s	8,00 MB/s	4,28 MB/s
2 KB Blocks	26,26 MB/s	174,67 KB/s	18,40 MB/s	8,49 MB/s
4 KB Blocks	50,30 MB/s	344,44 KB/s	33,70 MB/s	16,63 MB/s
8 KB Blocks	90,34 MB/s	697,80 KB/s	48,79 MB/s	31,51 MB/s
16 KB Blocks	153,89 MB/s	1,37 MB/s	81,46 MB/s	57,58 MB/s
32 KB Blocks	160,41 MB/s	2,62 MB/s	235,20 MB/s	98,42 MB/s
64 KB Blocks	162,70 MB/s	5,17 MB/s	174,74 MB/s	150,63 MB/s
128 KB Blocks	150,24 MB/s	10,18 MB/s	174,98 MB/s	205,27 MB/s
256 KB Blocks	165,54 MB/s	18,40 MB/s	320,13 MB/s	246,87 MB/s
512 KB Blocks	173,48 MB/s	23,80 MB/s	362,77 MB/s	280,82 MB/s
1024 KB Blocks	170,52 MB/s	38,95 MB/s	252,45 MB/s	299,42 MB/s

Tabulka 15: Porovnání dalších vlastností disků pomocí Roadkil's disk speed version 2.0 (vlastní zpracování)

	HDD WD	SSD Kingstone
Přístupová doba	11,66 ms	0,23 ms
Maximální rychlost čtení	173,48 MB/s	362,77 MB/s
Cached speed	434,02 MB/s	198,33 MB/s
Celkové skóre	1672,8	153 388

3.3.3 DiskBench

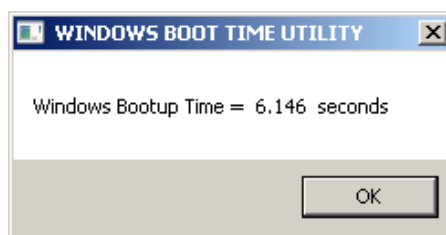
Program DiskBench neprovádí pouze simulaci, ale testuje skutečnou práci s diskem. Měření probíhá tak, že se kopíruje reálný soubor z jednoho místa na druhé. Program není nutné instalovat. Výrobce je Nodessoft.



Obrázek 14: SW DiskBench vlastní zdroj

3.3.4 Windows boot time utility

Windows Boot time utility je užitečný bootovací nástroj, který se načte do paměti při spuštění počítače a měří celkový čas zavádění systému. Nepočítá s časem potřebným pro spuštění BIOSu. Jedná se o Freeware a výrobcem je společnost Planetsoft.

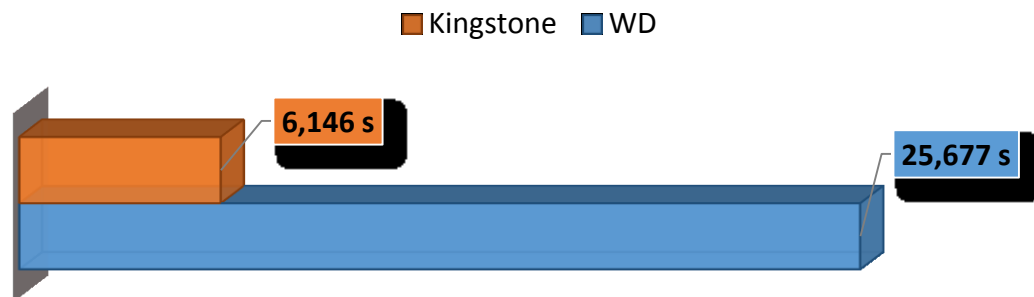


Obrázek 15: SW aplikace Windows boot time utility vlastní zdroj

Tabulka 16: Doba spuštění OS měřená pomocí Windows boot time utility (vlastní zpracování)

	HDD WD	SSD Kingstone
Čas spuštění OS	25,677 s	6,146 s

POROVNÁNÍ SPOUŠTĚNÍ OS U SSD KINGSTONE A HDD WD



Čas spuštění OS (od startu PC po úplné načtení OS v sekundách)

Graf 1: Grafické znázornění rozdílu spuštění OS u HDD a SSD (vlastní zdroj)

3.4 Cena porovnávaných disků

Cena komparované technologie byla převzata ze stránek největšího internetového prodejce ke konci roku 2014 (viz. Tabulka níže).

Tabulka 17: Porovnání cen za 1 GB HDD vs. SSD (vlastní zpracování)

	<i>HDD WD Se 4000 GB</i>	<i>Kingston SSDNow V300 – 120 GB</i>
Cena vč. DPH ²⁷	6 560 Kč	1 572 Kč
Cena za 1 GB	1,64 Kč	13,1 Kč

²⁷ Pevné disky. In: CZC.cz [online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: <http://www.czc.cz/>

4. PRAKTICKÝ PŘÍKLAD NASAZENÍ SSD TECHNOLOGIÍ NA VYSOKÉ ŠKOLE FINANČNÍ A SPRÁVNÍ O.P.S.

Tato kapitola navazuje na obecné informace a zaměřuje se na praktický příklad nasazení SSD technologií na vybrané společnosti. Dále se zabývá definováním výstupů praktického příkladu a následné implementace těchto výsledků na pracovištích vybrané společnosti.

4.1 Představení společnosti VŠFS

Vysoká škola finanční a správní, o.p.s. (dále též VŠFS) je na základě ustanovení vysokoškolského zákona soukromou vysokou školou univerzitního typu.²⁸

Zde je však nutno upřesnit pojem soukromá vysoká škola. Do této kategorie lze zařadit vzdělávací zařízení, která řadíme do společností obchodních (což v praxi znamená, že škola je buď společností akciovou či společností s ručením omezeným) anebo se jedná o subjekt neziskový, resp. o nevládní neziskovou organizaci (NNO či NGO²⁹).

Jak vyplývá z názvu školy, je Vysoká škola finanční a správní, o. p. s. obecně prospěšnou společností, tedy organizací typu NNO.

Nový občanský zákoník výrazně zasáhl mimo jiné i do sféry nevládních neziskových subjektů³⁰. Zatímco např. občanská sdružení se kompletně transformují na tzv. spolky, je situace v rámci obecně prospěšných společností poněkud složitější. Jejich činnost byla upravena zákonem o obecně prospěšných společnostech³¹, platnost této normy však byla ukončena k 1. lednu 2014 novým občanským zákoníkem.

Občanský zákoník zavádí nový institut – ústav, který je „*právníckou osobou ustavenou za účelem provozování činnosti užitečné společensky nebo hospodářsky s využitím své osobní a majetkové složky. Ústav provozuje činnost, jejíž výsledky jsou každému rovnocenně dostupné za podmínek předem stanovených.*“³² Název ústavu musí obsahovat slova

²⁸ ČESKO. Zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů §2.

²⁹ NGO - Non-Governmental Organization.

³⁰ ČESKO. Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů.

³¹ ČESKO. Zákon č. 248/1995 Sb., o obecně prospěšných společnostech.

³² ČESKO. Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů § 402.

"zapsaný ústav", postačí však zkratka „z. Ú.“ V praxi to znamená, že v současnosti již nelze obecně prospěšnou společnost založit, avšak na rozdíl od výše uvedených občanských sdružení je otázka dosud existujících obecně prospěšných společností řešena odlišně. Podle ustanovení tohoto zákona se *„práva a povinnosti obecně prospěšných společností se i nadále řídí dosavadními právními předpisy. Obecně prospěšná společnost má právo změnit svoji právní formu na ústav, nadaci nebo nadační fond podle tohoto zákona.“*³³

Na základě tohoto stručného exkurzu do oblasti práva, zvolila VŠFS variantu bez transformace na jiné právnické osoby. Po 1. lednu 2014 tedy zůstává obecně prospěšnou společností, přičemž její činnost i organizační struktura se nadále řídí zákonem č. 248/1995 Sb., o obecně prospěšných společnostech.³⁴

Základním dokumentem, ze kterého vychází samotná existence, činnost i organizační struktura Vysoké školy finanční a správní je Statut Vysoké školy finanční a správní, o.p.s. (dále též Statut)³⁵

Sídlem podle Statutu je 101 00 Praha 10, Estonská 10.

VŠFS byla založena v roce 1999 dvěma subjekty: Bankovní akademií, a.s. a Czech Coal, a.s. V téže roce získala od Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy státní souhlas působit jako soukromá vysoká škola. Regionální působení rozšířila i mimo Prahu založením studijních středisek v Mostě a Kladně.

Podle Statutu jsou orgány VŠFS: ředitel, správní rada, dozorčí rada, samosprávné akademické orgány a další orgány.

Mezi samosprávné akademické orgány patří rektor, děkani, vědecká rada a disciplinární komise.

Dalšími orgány jsou oborové rady, prorekteři, kvestor, proděkani, pracovní komise, redakční rady, klub absolventů.

Vzhledem k právní formě VŠFS zastává funkci akademického senátu správní rada.³⁶

Statut též určuje organizační součásti VŠFS: fakulty, katedry, účelová zařízení, odbory, studijní střediska, oddělení, centra, laboratoře, týmy, referáty a další pracoviště, která plní výzkumné a vývojové, hospodářské a jiné úkoly.³⁷

³³ ČESKO. Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů § 3050.

³⁴ Byť tato norma pozbyla formálně platnosti k 1. 1. 2014.

³⁵ Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy tento dokument registrovalo dne 24. října 2011 pod č. j. 32513/2011-30.

³⁶ VŠFS Statut Vysoké školy finanční a správní, o.p.s. Praha 2011. s. 2.

³⁷ VŠFS Statut Vysoké školy finanční a správní, o.p.s. Praha 2011. s. 2.

V roce 2005 získala VŠFS statut univerzity a stala se tak první soukromou univerzitou ekonomického směru v České republice.

Je členem Společenství škol, mimořádné soustavy soukromých škol různých stupňů. Poskytuje všechny stupně vysokoškolského vzdělání: bakalářské (titul Bc.), navazující magisterské (titul Ing. a Mgr.) a doktorské vzdělání (titul Ph.D.). Ve spolupráci se City University of Seattle z USA dále nabízí a organizuje celosvětově uznávané manažerské studium MBA v anglickém jazyce.³⁸

Jak již bylo zmíněno, edukační činnost je realizována též v rámci studijních středisek v Mostě a na Kladně. VŠFS prostřednictvím svého mosteckého studijního střediska tvoří společně s tamním střediskem Vysoké školy báňské – Technické univerzity základní pilíř vysokoškolského vzdělání v regionu, který zahrnuje především okresy Most, Chomutov, Louny, Teplice a Karlovy Vary.

Počet studentů VŠFS se pohybuje v posledních letech kolem 6000, přičemž navštěvuje mostecké studijní středisko 600-800 studentů v bakalářských a magisterských oborech (Veřejná správa, Marketingová komunikace a Řízení podniku a podnikové finance).

Počet studentů i organizační struktura Vysoké školy finanční a správní, o.p.s. klade vysoké nároky na zabezpečení v oblasti IT.

4.2 Studijní středisko Most

Studijní středisko Most vzniklo na začátku roku 2001 a sídlilo do června 2002 v budově Obchodní akademie, SPgŠ a VOŠ v ulici Z. Fibicha, od července 2002 do srpna 2003 pak v objektu SŠT Velebudice a od září 2003 v areálu 9. základní školy v ulici Pionýrů 2806, kde sídlí do současnosti.

Výuka v mosteckém studijním středisku začala od akademického roku 2001/2002 programem Ekonomika a management - obor Řízení podniku a podnikové finance a programem Hospodářská politika a správa – obor Veřejná správa bakalářským studiem v kombinované formě pro 60 studentů. V následujícím akademickém roce byla výuka rozšířena i o prezenční formu studia a od akademického roku 2004/2005 o výuku navazujícího magisterského studia. Počet studentů postupně narůstal. V současné době studuje ve studijním středisku Most 732 studentů.

³⁸ Vysoká škola finanční a správní se představuje. In: Vysoká škola finanční a správní, o.p.s.: první soukromá univerzita v ČR [online]. [cit. 2015-02-06]. Dostupné z: <http://www.vsfs.cz/?id=1076-zakladni-informace>.

Na dislokovaném pracovišti VŠFS v Mostě je v současnosti počet interních nepedagogických a technických pracovníků devět. Mostecké středisko VŠFS o.p.s. disponuje silným technickým zázemím, které tvoří 15 moderně vybavených učeben, včetně dvou PC učeben, dvou jazykových učeben a jednoho velkého přednáškového sálu. Všechny místnosti jsou vybaveny PC pro přednášejícího, dataprojektorem, plátnem a reproduktory, 3 místnosti mají interaktivní tabuli.

Výukový pavilon školy má k dispozici V hlavní budově je pro studenty k dispozici počítačový koutek s připojením k internetu s 5 počítači, které studenti mohou využívat zdarma po dobu provozních hodin budovy. Samozřejmostí je možnost Wi-Fi připojení v každé učebně.

Celkem je na středisku v Mostě 76 PC, stejné konfigurace jako byl použit testovací PC pro komparaci technologií disků. Součástí počítačových jednotek je 22 palcový monitor jednotné značky – z důvodu jednoduššího přehledu o majetku.

4.3 O nasazení SSD

První SSD bylo zakoupeno v rámci počítačových sestav v roce 2010. Měly kapacitu 40 GB a cena byla v té době v přepočtu na GB desetinásobná proti magnetickému disku. Vzhledem k způsobu využití PC jsem ovšem nepotřeboval velkou kapacitu disku a prioritou pro mne byla rychlost zařízení. To splnilo očekávání a PC byly v odezvách výrazně rychlejší, než stejný HW s magnetickým diskem. Nevýhoda se ukázala po 4 letech. Zatímco v roce 2010 byl, pro instalaci systému, kancelářského balíku a veškerého nezbytného doprovodného SW, 40 GB disk kapacitou dostatečný, o 4 roky později tvrdě narážím na jeho limity. Na disku zbývá velmi málo místa po základní instalaci a to pak z velké míry likviduje přínos SSD a zároveň se u PC s nutností využití dalšího SW stává sestava nepoužitelnou a je třeba disk měnit za větší kapacitu. S ohledem na standardní 5 letý cyklus výměny PC je problém jak s dožitím stávajících systémů, tak s investicí do nich. Zpětně tedy hodnotím rozhodnutí přejít na SSD technologii v roce 2010 jako předčasný krok. Přineslo to své výhody i nevýhody a zároveň i zkušenosti.

Rok 2011

V tomto roce byl proveden nákup PC s Solid State Drive technologií o kapacitě 60 GB. Poměr ceny za GB byl proti HDD již o dost příznivější a cena 60 GB disku výhodnější,

než 40 GB rok před tím. PC přinesly veškeré očekávané výhody. Je otázkou, kde se zastaví datové nároky systému a instalovaného SW, protože u jednotlivých PC s potřebou velkého množství dalšího SW se dostávám do stejných problémů, jako u SSD s kapacitou 40 GB. Tam je to ovšem systémový problém všech disků, protože kapacita je obecně nízká, zatímco u 60 GB disků se jedná o specifické jednotky kusů.

Rok 2012

V roce 2012 VŠFS přešla na disky s kapacitou 90 GB. Do jejich kapacity zatím systémové a SW nároky nedosáhly a představují slušnou rezervu k dobrému fungování. Poměr ceny SSD a HDD se rostoucím tempem zlepšuje.

Rok 2014

Rok 2014 dal průchod inovaci technologiím na středisku v Mostě, kde volím nasazení nových PC s kapacitou SSD technologie 120 GB, která je ideální v poměru cena/užitná hodnota. Větší SSD jsou zatím stále zbytečně drahé a vzhledem k tomu, že veškerá pracovní data se povinně ukládají do centrálních úložišť, jsou větší kapacity SSD zatím zbytečné.

4.4 Vyhodnocení uplynulých let

Pevný disk se stal v průběhu času kritickou komponentou z hlediska rychlosti PC sestav, neboť pro jejich standardní využití dosáhly všechny ostatní komponenty výkonů, které zůstávají nevyužity. Pouze rychlost ukládání na disk dnes významně ovlivňuje jak samotnou přípravu (instalaci), tak následnou práci na PC. Obecně hodnotím zkušenost se SSD disky jako dobrou a s výše uvedenými úvodními problémy plní tato technologie očekávání.

5. NÁVRH ŘEŠENÍ S OHLEDEM NA EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ FINANČÍ

Ve třetím bodu osnovy byly přiblíženy charakteristické vlastnosti odlišných technologií. Zde byla nastíněna problematika ukládání a čtení dat jak z disku mechanického, tak i z disku, který je tvořen elektrickými obvody. Pokud se ale na problematiku řešení, zda má být pořízena ta či ta technologie, podívám z pohledu investora, musím zde přihlédnout i ke značné úspoře času technika, který se instalací SW do hardwarového prostředí zabývá. K vyčíslení úspory času jsem zvolil jednoduchý test, ve kterém je transparentním způsobem nastíněna problematika. K analýze technologií jsem použil naprosto stejné hardwarové technologie – tzn. stejný magnetický disk WD 4 TB a SSD komponentu Kingstone včetně stejné počítačové sestavy. Pro instalaci jsem zvolil 64bit. verzi Windows 7 Enterprise. V první fázi jsem testoval rychlost instalace pomocí DVD mechaniky a ve druhé fázi byl použit pro instalaci OS Flash disk.

5.1 Instalace pomocí DVD mechaniky

Pro načítání operačního softwaru jsem použil v prvním případě DVD mechaniku Samsung SH-224 BB, která byla připojena k PC pomocí kabelu s technologií SATA. Maximální rychlost čtení z CD je 48x a při použití DVD média je schopna DVD mechanika číst rychlostí 16x.³⁹

5.1.1 Postup instalace

Nejprve jsem spustil instalaci z DVD mechaniky (MS WIN 7 Enterprise 64bit.), v dalším kroku jsem odstranil všechny diskové oddíly (partition). Ty rozdělují disk na fyzické a logické oddíly. Po odstranění všech partitions zůstal v nabídce pro instalaci pouze jeden potřebný logický disk, na který byl operační systém nainstalován - od této doby jsem začal měřit čas.

³⁹ Samsung SH-222BB / SH-224BB: Product specifications. In: <i>SAMSUNG Electronics Co., Ltd. Optical Disc Drive</i> [online]. 2001 - 2011, 30.3.2012 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: http://downloadcenter.samsung.com/content/UM/201207/20120711091202048/SH-224BB_User_Manual.pdf

Nutno podotknout, že u instalace OS jsem musel 4 TB disk od společnosti WD rozdělit na dva 2 TB oddíly a to z důvodu omezení Windows, které nejsou schopny naistalovat operační systém na disk větší než zmiňované 2 TB.

Následujícím krokem instalace je zkopírování systému Win z DVD mechaniky na logický oddíl pevného disku, včetně stažení aktualizací a jejich zanesení do instalace, restart, zjištění optimalizace hardwaru a výkonu počítače. V okamžiku, kdy mě instalátor OS vyzval k zadání jména uživatele, jsem ukončil měření času instalace.

5.1.2 Výsledky instalace z DVD mechanik

Z níže uvedené tabulky je zřejmý přesný čas instalace operačního softwaru z DVD mechaniky na obě komparované technologie.

Tabulka 18: Porovnání času instalace WIN 7 64bit. verze Enterprise pomocí DVD mechaniky (vlastní zpracování)

	WD 4 TB	Kingstone 120 GB
Doba instalace	13 min. 25sec.	11 min. 19sec.

5.2 Instalace SW pomocí Flash disku v USB 3.0 portu

Čas spuštění měření je totožný jako u předešlé instalace pomocí DVD mechaniky. Pro instalaci operačního programu jsem zvolil USB Flash disk Kingstone Traveler 64 GB Hyperx, který jsem zapojil do portu USB 3.0⁴⁰ pro rychlejší přenos dat při čtení a zápisu.

Tabulka 19: Rychlost USB Flash disk Kingstone Traveler 64 GB Hyperx dostupná z <http://www.kingston.com/en/hyperx/usb#dthx30>

	Čtení	Zápis
USB 3.0	225 MB/s	135 MB/s
USB 2.0	30 MB/s	30 MB/s

⁴⁰ Výkonnostně rychlejší generace technologie vyvinutá z technologie USB 2.0. Dosahuje mnohem vyšších hodnot přenosu dat jak při čtení, tak i zápisu. Nabízí stejně snadné používání a plug and play funkce jako předchozí generace technologií USB.

5.2.1 Výsledky instalace z USB 3.0 Flash disku

U disku WD 4 TB jsem musel opět nastavit na HDD WD 4 TB dva oddíly o velikosti 2 TB.

Tabulka 20: Porovnání času instalace WIN 7 64bit. verze Enterprise pomocí Flash disku Kingstone USB 3.0 (vlastní zpracování)

	WD 4 TB	Kingstone 120 GB
Doba instalace	8 min. 50sec.	6 min. 42sec.

5.3 Časové zhodnocení technologií při instalaci OS

Objektivně lze tedy říci, že používáním technologií na principu fungování logických elektrických obvodů vede ke snížení času (doby) instalace potřebné pro zprovoznění počítače. Z výsledků lze uvést praktický příklad, kdy na jedné straně budeme používat pouze technologii SSD disku a Flash disku, který funguje na stejném principu ukládání a čtení dat a na druhé straně doposud nejčastěji používanou technologii, kdy je na běžný magnetický disk nainstalován operační software pomocí DVD mechaniky.

Tabulka 21: Komparace technologií při instalaci OS (vlastní zpracování)

	Magnetický disk WD 4 TB + DVD mechanika	SSD Kingstone 120 GB + Flash disk USB 3.0
Doba instalace	13 min. 25sec.	6 min. 42 sec.

Z výsledku je patrné, že čas potřebný pro nainstalování OS je u běžného magnetického disku dvojnásobný oproti technologii SSD.

6. ZÁVĚR

Jak bylo několikrát zmíněno v této bakalářské práci, aplikovaný výzkum v oblasti informačních technologií zasáhl především oblast pevných disků a to dokonce ve dvou navzájem nesouvislých systémech HDD a SSD.

Trh je v současnosti zaplaven nabídkou HDD i SSD harddisků různých technologických parametrů - zejména z pohledu kapacity, rychlosti či adaptability. Je zcela logické, že tato situace se odráží v cenové oblasti. Zájemce pak často stojí před otázkou, který faktor upřednostní, zda je prvořadá kvalita a výkonost, či je zásadní otázka ceny. Toto dilema nabývá na významu v situacích, kdy je třeba řešit vytváření či modernizaci celých systémů, například vnitřních sítí veřejnoprávních institucí, firem či škol. I když někdy bývají finanční možnosti subjektu rozhodující, je třeba vždy posoudit efektivnost zvoleného řešení.

Jak vyplývá z cíle této bakalářské práce, který byl stanoven v její úvodní kapitole, byla zde realizována analýza dvou souběžně existujících technologických systémů datových úložišť HDD a SSD a to v konkrétních podmínkách Studijního střediska Vysoké školy finanční a správní v Mostě. Autonomie této organizační jednotky vůči univerzitě je výrazně omezená ať již v oblasti financí, tak i v technickém i technologickém zabezpečení (včetně IT). Proto nelze vnímat prezentovaná zjištění, závěry a doporučení bez zohlednění současného stavu a perspektivy dalšího vývoje Vysoké školy finanční a správní, o. p. s.

Aby bylo možné posoudit efektivnost nasazení systému HDD či SSD v daných podmínkách, je nutné přiblížit (byť spíše v obecnější rovině) strukturu a základní principy zařízení obou typů. Tímto směrem byla zaměřena kapitola 2 této bakalářské práce.

Na druhou kapitolu navazuje komparace systémů HDD a SSD podle již zmíněných parametrů. Cílem této části je poukázat na výhody a nevýhody obou kategorií pevných disků nejen po stránce technologické, ale i aplikovatelnosti ve stávajících systémech vnitřních sítí institucí. Ekonomická situace jednotlivých resortů i institucí přináší nutnost zohlednit finanční stránku věci. I proto je nutné pečlivě analyzovat výběr potenciálního technologického zařízení. Vždy je nutno posuzovat, zda zvolené systémy odpovídají potřebám zařízení i vynaloženým finančním prostředkům. Stručně řečeno, někdy se pořídí za neúměrné náklady technologie, která není schopna plnit potřeby instituce, jindy se zcela zbytečně zakoupí zařízení, jejichž možnosti zdaleka přesahují potřeby jejich aplikace v daném úřadě, škole či firmě.

Informace prezentované v teoretickém bloku této bakalářské práce jsou pak ověřovány v konkrétních podmínkách Studijního střediska Vysoké školy finanční a správní v Mostě. Výběr tohoto subjektu byl ovlivněn především tím, že se v rámci profesní pozice věnuji problematice informačních technologií právě v tomto vzdělávacím zařízení.

IT oddělení VŠFS se na centrální úrovni otázce výběru technologií ukládání dat, výkonosti používaných počítačových jednotek i sítě (včetně jejích částí na střediscích) věnuje systematicky. Je také nutno přihlížet ke specifickým podmínkám jednotlivých studijních středisek v Praze, Kladně i Mostě. To byl také důvod k napsání této bakalářské práce. Navíc je nutno zdůraznit, že jedním z trendů Vysoké školy finanční a správní je racionalizace a transparentnost vynakládaných finančních prostředků při současném nárůstu požadavků na kvalitu pedagogické i manažerské činnosti.

V rámci provedené analýzy, jejímž cílem byla komparace využití systémů HDD a SSD v podmínkách VŠFS (a zejména na studijním středisku v Mostě), byla tato problematika nejprve vyhodnocena z časově-chronologického hlediska. Zde se postupně ukázalo, že nelze další rozvoj informačních technologií v tomto zařízení determinovat finančními aspekty. V konečném důsledku lze dokonce konstatovat, že snaha ušetřit žádný pozitivní ekonomický efekt nepřinesla. Domnívám se (na základě prezentovaných zjištění), že restrukturalizace systému informačních technologií kompletním nasazením SSD je nezbytná.

V páté kapitole je uveden souhrn navrhovaných aktuálních řešení současného stavu, Nejedná se o pouhé teoretické vize, ale o otázky, které jsou předmětem diskusí pracovníků IT oddělení školy. Věřím, že jejich realizace přinese vyšší efektivnost a komfort při využívání informačních technologií na VŠFS.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] AXELSON, Jan. USB mass storage: designing and programming devices and embedded hosts. Madison, WI: Lakeview Research LLC, c2006, xvi, 287 p. ISBN 9781931448048.
- [2] BROOKSHEAR, J, David T SMITH a Dennis BRYLOW. Informatika. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2013, 608 s. ISBN 978-80-251-3805-2.
- [3] DE SALVO, Barbara. Silicon non-volatile memories: paths of innovation. Hoboken, NJ: J. Wiley, 2009, ix, 234 p. ISBN 1848211058.
- [4] DOSTÁL, Jiří. Hardware moderního počítače. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, 77 s. ISBN 978-80-244-2787-4.
- [5] Essential guide to serial ata and sata express. S.l.: Auerbach Pubns, 2014. ISBN 9781482243314.
- [6] GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ. Podniková informatika. 2., přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009, 496 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2615-1.
- [7] KRÁL, Mojmir a Petr SLAVÍK. Windows 8: kompletní příručka. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 368 s. Profesionál. ISBN 978-80-247-4340-0.
- [8] MICHELONI, Rino, Luca CRIPPA a A MARELLI. Inside NAND Flash memories. New York: Springer, c2010, x, 582 p. ISBN 904819430x-.
- [9] PROCHÁZKA, David. Windows 7: snadno a rychle. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 8024732548.
- [10] RICHTER, Detlev. Flash memories: economic principles of performance, cost and reliability optimization. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. ISBN 9789400760820.
- [11] ŠIMKOVÁ, Dagmar. Hardware pro začátečníky: průvodce nitrem počítače na první pokus. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 117 s. Snadno a rychle (Grada). ISBN 978-80-247-2029-6.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Přeprava disku IBM 350 RAMAC dostupný z http://mottin.info/blog/tag/hd/ ..	4
Obrázek 2: Skladba HDD dostupný z http://slideplayer.cz/slide/2283181/	5
Obrázek 3: Organizace sektorů. Bloků, cylindrů a clusterů na HDD dostupný z http://www.gjszlin.cz/ivt/esf/ostatni-sin/hardware-2.php	6
Obrázek 4: HDD Cenový vývoj vs. kapacitní vývoj od roku 1980 do 2009 dostupný z http://ns1758.ca/winch/cost-hard-drives-komorowski.jpg	8
Obrázek 5: Popis jednotlivých částí SSD dostupný z: http://pctuning.tyden.cz/ilustrace3/hort/zajimavosti_ssd/ssd_vnitrek_popis.jpg	10
Obrázek 6: Zapojení logického hradla NOR dostupný z http://352lab.vsb.cz/ServerFinalVer/UcebniceLPaS/text/zaklogfce/zaklogfce.htm	12
Obrázek 7: NAND Gate dostupný z http://352lab.vsb.cz/ServerFinalVer/UcebniceLPaS/text/zaklogfce/zaklogfce.htm	13
Obrázek 8: Příkaz TRIM (vlastní zdroj)	15
Obrázek 9: Technologie ukládání dat na čip NAND 3D dostupný z http://semiaccurate.com/2013/07/16/applied-materials-talks-about-3d-nand-flash-production/	17
Obrázek 10: Propojovací kabel SATA dostupný z http://andinabakri.blogspot.cz/2011/09/praktikum-istalasi-n-kompjaringan-part.html	19
Obrázek 11: Mainboard Gigabyte Technology Co. Ltd. dostupný z: http://www.proshop.dk/Bundkort/GIGABYTE-GA-B85M-D3H-Haswell-2405234.html ..	20
Obrázek 12: SW HD Tune Pro verze 4,60 (vlastní zdroj)	21
Obrázek 13: SW Roadkil's disk speed version 2.0 vlastní zdroj	24
Obrázek 14: SW DiskBench vlastní zdroj	26
Obrázek 15: SW aplikace Windows boot time utility vlastní zdroj	26

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Porovnání přenosových rychlostí konektorů dostupná z http://www.plodik.cz/Skola/nm/interfaces.html	3
Tabulka 2: Pravdivostní tabulka logické funkce NOR - negovaný logický součet (vlastní zpracování).....	11
Tabulka 3: Klady a zápory NOR technologií (vlastní zpracování)	12
Tabulka 4: Pravdivostní tabulka logické funkce NAND - negovaný logický součin (vlastní zpracování).....	13
Tabulka 5: Souhrn kladů a záporů technologie NAND (vlastní zpracování)	13
Tabulka 6: Porovnání technologií SLC, MLC a TLC dostupná z http://www.anandtech.com/show/6337/samsung-ssd-840-250gb-review/2	14
Tabulka 7: PC sestava použitá pro testování disků (vlastní zpracování).....	19
Tabulka 8: Porovnání vlastností disků pomocí HD Tune 4.60 – výsledky z Benchmark testu (vlastní zpracování)	22
Tabulka 9: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí 512 bytů (vlastní zpracování).....	23
Tabulka 10: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí 4 KB (vlastní zpracování).....	23
Tabulka 11: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí 64 KB (vlastní zpracování).....	23
Tabulka 12: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí 1 MB (vlastní zpracování)	23
Tabulka 13: Porovnání náhodného přístupu k datům pomocí náhodného velikosti přenosu (vlastní zpracování).....	24
Tabulka 14: Porovnání rychlosti čtení HDD a SSD pomocí SW Roadkil's disk speed version 2,0 (vlastní zpracování).....	25
Tabulka 15: Porovnání dalších vlastností disků pomocí Roadkil's disk speed version 2.0 (vlastní zpracování).....	25
Tabulka 16: Doba spuštění OS měřená pomocí Windows boot time utility (vlastní zpracování).....	26
Tabulka 17: Porovnání cen za 1 GB HDD vs. SSD (vlastní zpracování).....	27
Tabulka 18: Porovnání času instalace WIN 7 64bit. verze Enterprise pomocí DVD mechaniky (vlastní zpracování)	34
Tabulka 19: Rychlost USB Flash disk Kingstone Traveler 64 GB Hyperx dostupná z http://www.kingston.com/en/hyperx/usb#dthx30	34

Tabulka 20: Porovnání času instalace WIN 7 64bit. verze Enterprise pomocí Flash disku Kingstone USB 3.0 (vlastní zpracování)	35
Tabulka 21: Komparace technologií při instalaci OS (vlastní zpracování)	35

SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

- [1] Alza: HDD pro provoz 24x7 (vhodné pro RAID). In: Alza.cz [online]. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/pevne-disky/3-5-hdd/24x7-se-zvysenou-spolehlivosti-vhodne-pro-raid/18849732.htm#f&pg=1&po=1&par278=8--8>
- [2] Amazon: Try Prime. In: Amazon [online]. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://www.amazon.com/s/ref=sr_nr_p_n_feature_three_br_6?rh=n%3A172282%2Cn%3A541966%2Cn%3A1292110011%2Cn%3A1292116011%2Ck%3A4tb+ssd%2Cp_n_feature_keywords_two_browse-bin%3A4929543011%2Cp_n_feature_three_browse-bin%3A6797522011&keywords=4tb+ssd&ie=UTF8&qid=1415807866&rnd=6797515011
- [3] ČNB kurzovní lístek: Kurzovní lístek ČNB. In: Akcie.cz: AKCIE ONLINE informace pro Vaše úspěšné investice [online]. 2013. vyd. 2014, 12.11.2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.akcie.cz/kurzovni-listek/kurzy-men?gclid=CJnpyN249cECFWXnwgodF5cAAQ>
- [4] Hard disk drive. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive
- [5] CHACOS, Brad. Samsung reveals supercharged 850 Pro SSDs stuffed with bleeding-edge V-NAND tech: STORAGEcomponents. In: PCWorld: Work. Life. Productivity [online]. 1.7.2014 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z: <http://www.pcworld.com/article/2449508/samsung-reveals-supercharged-850-pro-ssds-stuffed-with-bleeding-edge-v-nand-tech.html>
- [6] IBM 350 disk storage unit: IBM 350. In: IBM Archive: Storage details [online]. [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_350.html
- [7] IBM 350 disk storage unit: IBM 350. In: IBM Archive: Storage details [online]. [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_350.html
- [8] IBM Archive: 1956. In: IBM Archive: Storage details [online]. [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: http://www-03.ibm.com/ibm/history/history/year_1956.html

- [9] JEŽEK, David. SanDisk chce 8TB SSD příští rok, 16TB v roce 2016: Hardware, Novinky, Úložiště. In: Diit.cz: Deep in IT [online]. 5. 5. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/sandisk-chce-8tb-ssd-pristi-rok-16tb-v-roce-2016>
- [10] PELIKÁN. Rozhraní pevných disků: SAS. In: Fakulta informatiky Masarykovy Univerzity [online]. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan/Vyuka/PV094/Predn8/Prezent.pdf>
- [11] Pevné disky. In: CZC.cz [online]. [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: <http://www.czc.cz/>
- [12] Pevný disk s kapacitou pro datová centra: WD Se. In: Western Digital: Specifications [online]. 2001 - 2014 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: <http://www.wdc.com/wdproducts/library/SpecSheet/ENG/2879-771475.pdf>
- [13] Samsung představuje nové SSD disky s technologií 3D V-NAND: Disky 850 PRO se vyznačují vynikající odolností, výkonem, energetickou účinností a vyšší hustotou zápisu než disky s konvenční NAND architekturou. In: Samsung: Zprávy [online]. 1995-2014. 13.08.2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.samsung.com/cz/news/local/samsung-introduces-new-ssd-with-3d-technology-v-nand>
- [14] Samsung SH-222BB / SH-224BB: Product specifications. In: <i>SAMSUNG Electronics Co., Ltd. Optical Disc Drive</i> [online]. 2001 - 2011, 30.3.2012 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: http://downloadcenter.samsung.com/content/UM/201207/20120711091202048/SH-224BB_User_Manual.pdf>http://downloadcenter.samsung.com/content/UM/201207/20120711091202048/SH-224BB_User_Manual.pdf
- [15] SMITH, Ivan. Cost of Hard Drive Storage Space. In: Nova Scotia's Electric Gleaner: Specializing in on-line information about Nova Scotia [online]. 3.3.2008, 19.8.2013 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://ns1758.ca/winch/winchest.html>
- [16] SSDNow V300: SPECIFICATIONS. In: Kingstone Technology: SSDNow Consumer [online]. 2014 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: http://www.kingston.com/datasheets/sv300s3_en.pdf
- [17] STACH, Jan "DD". SanDisk uvádí 4TB SSD disk. Příští rok slibuje 8TB - dohoní SSD v kapacitě HDD?. In: DDWorld.cz: Technology and Lifestyle [online]. 5 květen 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.ddworld.cz/aktuality/ukladani-dat-media/sandisk-uvadi-4tb-ssd-disk.-pristi-rok-slibuje-8tb-dohoni-ssd-v-kapacite-hdd-2.html>

- [18] Toshiba Leading Innovation: So many advances. In: Toshiba Leading Innovation: In 1987, Toshiba innovation brought us NAND Flash. [online]. [cit. 2014-11-10]. Dostupné z: <http://www.flash25.toshiba.com/>
- [19] Toshiba: NAND Flash Applications, Design Guide. [cit. 2014-11-11]. Dostupné z WWW: <http://139.138.48.19/pdf/NAND/Toshiba/NandDesignGuide.pdf.pdf>
- [20] Toshiba: NAND Flash Applications, Design Guide. [cit. 2014-11-11]. Dostupné z WWW: <http://139.138.48.19/pdf/NAND/Toshiba/NandDesignGuide.pdf>
- [21] Ultrastar SSD1000MR: Quick Facts. In: HGST.com: Western Digital Company [online]. 2014. vyd. listopad 2014 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z: <http://www.hgst.com/solid-state-storage/enterprise-ssd/sas-ssd/ultrastar-ssd1000mr>
- [22] VÄTTÖ, Kristian. Storage Samsung SSD 850 Pro (128GB, 256GB & 1TB): Rewiev: Enter the 3D Era. In: AnandTech: Storage [online]. 1.7.2014 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z: <http://www.anandtech.com/show/8216/samsung-ssd-850-pro-128gb-256gb-1tb-review-enter-the-3d-era>
- [23] VLASK. Evoluce pevných disků – nejen testy 66 HDD od roku 1990 do současnosti: Historie pevných disků. In: ExtraHardware.cz [online]. 3.3.2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.cnews.cz/testy/evoluce-pevnych-disku-nejen-testy-66-hdd-od-roku-1990-do-soucasnosti>
- [24] Vysoká škola finanční a správní se představuje. In: Vysoká škola finanční a správní, o.p.s.: první soukromá univerzita v ČR [online]. [cit. 2015-02-06]. Dostupné z: <http://www.vsfs.cz/?id=1076-zakladni-informace>.